

UNIVERZITA KARLOVA
FARMACEUTICKÁ FAKULTA V HRADCI KRÁLOVÉ
KATEDRA BIOLOGICKÝCH A LÉKÁŘSKÝCH VĚD



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Dynamometria ako prognostický a predikčný marker
Dynamometry as a prognostic and prediction marker

Vedúci diplomovej práce: PharmDr. Miroslav Kovařík, Ph.D.

HRADEC KRÁLOVÉ, 2017

Zuzana Drobná

PREHLÁSENIE

„Prehlasujem, že táto práca je mojím autorským dielom. Všetka literatúra a ďalšie zdroje, z ktorých som pri spracovaní mojej práce čerpala, sú uvedené v zozname použitej literatúry a v práci sú patrične citované. Práca nebola použitá k zisku iného alebo rovnakého titulu.“

V Hradci Králové, dne:

.....

Zuzana Drobná

Pod'akovanie

Ďakujem svojmu vedúcemu PharmDr. Miroslavu Kovaříkovi, Ph.D. za pomoc, ochotu, trpezlivosť a poskytnuté materiály, ktoré mi pri konzultáciách a v priebehu písania diplomovej práce poskytoval. Ďalej moje ďakujem patrí mojej rodine a priateľovi za podporu a toleranciu pri písaní tejto práce.

Obsah

Obsah.....	4
1. Cieľ práce	6
2. Svalové tkanivo	7
2.1. Priečne pruhované - kostrové tkanivo	8
2.1.1. Vývoj priečne pruhovaného tkaniva.....	8
2.1.2. Stavba priečne pruhovaného tkaniva.....	8
3. Princíp kontrakcie priečne pruhovaného svalu	11
3.1. Typy vlákien priečne pruhovaného svalu.....	11
4. Funkcia svalu.....	13
4.1. Rýchlosť kontrakcie	13
4.2. Svalový sťah.....	13
4.3. Druhy svalovej kontrakcie.....	15
4.3.1. Izokinetická kontrakcia	15
4.3.2. Izometrická kontrakcia	15
4.4. Svalová sila	15
5. Dynamometria	16
5.1. Izometrická dynamometria.....	16
5.2. Izokinetická dynamometria	18
6. Štúdie.....	20
6.1. Pacienti s ochorením pečene	20
6.2. Pacienti s chronickou obštrukčnou chorobou pľúc	26
6.3. Pacienti po prekonanej mŕtvici.....	28
6.4. Pacienti trpiaci nádorovým ochorením.....	30
6.5. Štúdie zamerané na starších pacientov	33
6.6. Ďalšie štúdie	37
7. Záver.....	40
8. Abstrakt	42
9. Abstract	43
10. Zoznam obrázkov	44

11.	Zoznam skratiek	45
12.	Zoznam tabuliek a grafov	46
12.1.	Tabuľky	46
12.2.	Grafy.....	46
13.	Zoznam použitej literatúry	47

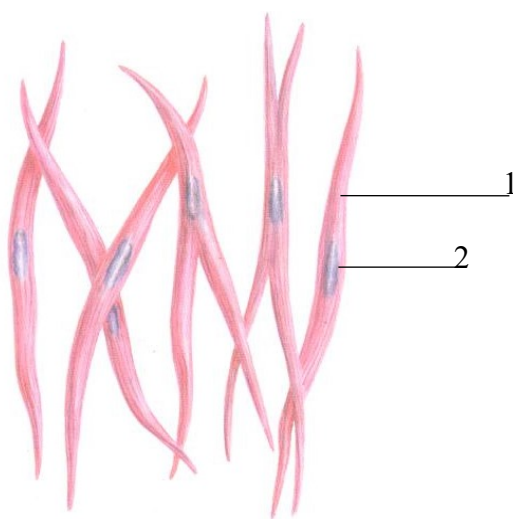
1. Cieľ práce

Cieľom mojej práce bude zhodnotiť súčasný stav znalostí ohľadom dynamometrie z hľadiska využitia ako prognostického a predikčného markera. V súčasnej dobe ide o jednu z novších metód, takže svoje uplatnenie v niektorých oblastiach medicíny ešte nenašla alebo ju hľadá. Budem sa bližšie venovať ochoreniam, u ktorých je vysoké riziko podvýživy (cirhóza pečene, chronická obštrukčná choroba pľúc, nádorové ochorenie) a starším pacientom. Budem sa snažiť nájsť štúdie, v ktorých sa dynamometria zobrazuje ako významný prognostický a predikčný marker pomocou databáz.

2. Svalové tkanivo

Poznáme 3 druhy svalového tkaniva. Svalové tkanivo hladké (viz obr. 1), priečne pruhované – kostrové a nakoniec svalovina priečne pruhovaná – srdcová (viz obr. 2). My sa zameriame na svalovinu priečne pruhovanú – kostrovú¹.

V tele sa nachádza okolo 600 týchto svalov, ktoré sú zväčša párové. Hmotnosť svalov predstavuje približne 36 až 42 % celkovej hmotnosti u mužov, u žien je to okolo 32 % a menej. Niektorých svalov môže byť vytvorených viacej alebo naopak menej. Vplyvom veku dochádza k úbytku svalového tkaniva^{1,2}.



1-myofibrily, 2-jadro³

Obrázok 1: Bunky hladkej svaloviny,



Obrázok 2: Bunky priečne pruhovanej svaloviny - srdečnej³

2.1. Priečne pruhované - kostrové tkanivo

Toto svalové tkanivo sa upína na kostrovú sústavu. Svoj názov priečne pruhované dostalo vďaka tomu, že sa v svalovom vlákne striedajú aktínové a myozínové časti. Aktínová časť sa v svetelnom mikroskope javí ako svetlá časť, je jednolomná. Naopak dvojlomná myozínová časť sa zobrazuje ako tmavý úsek ².

2.1.1. Vývoj priečne pruhovaného tkaniva

Zo svalových buniek vznikajú svalové vlákna a z nich sa skladá priečne pruhované tkanivo. Každá táto bunka obsahuje jadro a preto kostrové tkanivo je útvar mnohояdrový. Vlákna sú dlhé od niekoľkých milimetrov až po centimetre. Naopak, šírka je v rozmeroch mikroskopických ^{1,2}.

Na úplnom začiatku vývoja vznikajú *myoblasty*. Tie obsahujú jadrá uprostred buniek a ich splynutím vzniknú *myotuby*. Jadrá ležia vo vnútri a *myofibrily* sú bližšie k povrchu ³.

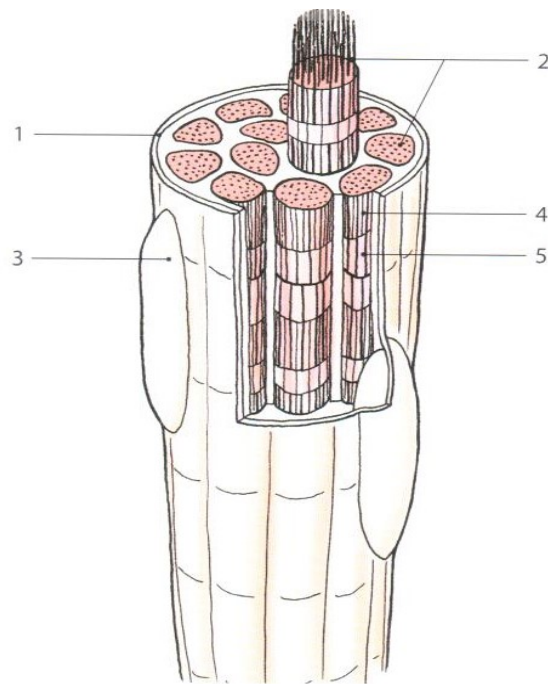
Časom sa *myotuby* premenia na svalové vlákna, ktorým jadrá ležia bližšie k povrchu a *myofibrily* sú vo vnútri. Je to teda naopak ako u *myotúb* ³.

2.1.2. Stavba priečne pruhovaného tkaniva

Hlavné súčasti tohto tkaniva sú *sarkolema* a *sarkoplasma*. *Sarkolema* je bunková membrána, ktorá pokrýva povrch vlákna. Vo vnútri je *sarkoplasma*, cytoplazma svalových buniek (viz obr. 3) ¹.

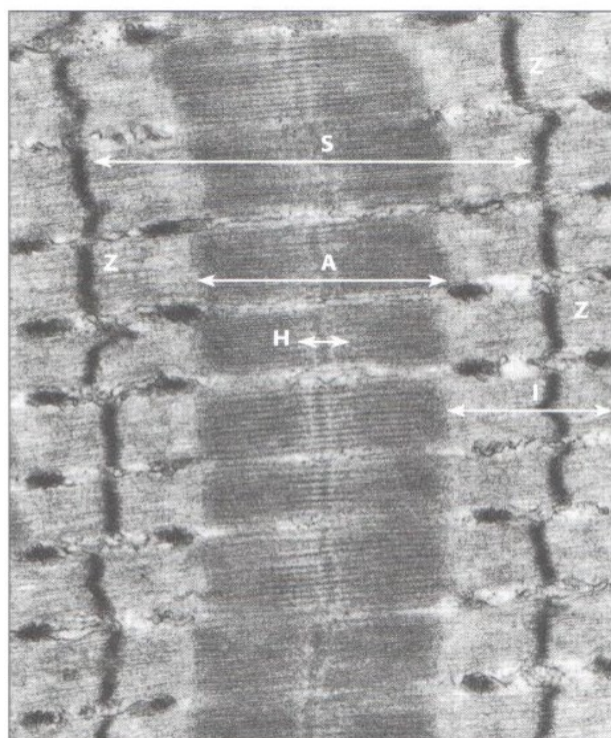
Myofibrily sú uložené pozdĺžne k *sarkoplasme*. Okolo nich sú orientované trubice *sarkoplasmatického retikula*. Retikulum je typické tým, že obsahuje veľké množstvo vápenatých a horečnatých iónov ⁴.

Ako sme spomínali vyššie, na *myofibrilách* sa striedajú tmavé úseky so svetlými. V medzinárodnej terminológii sa svetlá oblasť označuje písmenom **I** – izotropné úseky a tmavá oblasť písmenom **A** – anizotropné úseky. Tieto úseky rozdeľuje **H prúžok**, ktorý je tvorený len *myozínom*. **H prúžok** je tzv. *mezofragma*. Ďalej tu môžeme pozorovať tzv. **Z línie**. Je to platnička, *telofragma*, ktorá oddeľuje každý jeden izotropný úsek. Medzi dvoma **Z líniami** sa nachádza *sarkoméra* (viz obr. 4 a obr. 5) ⁴.



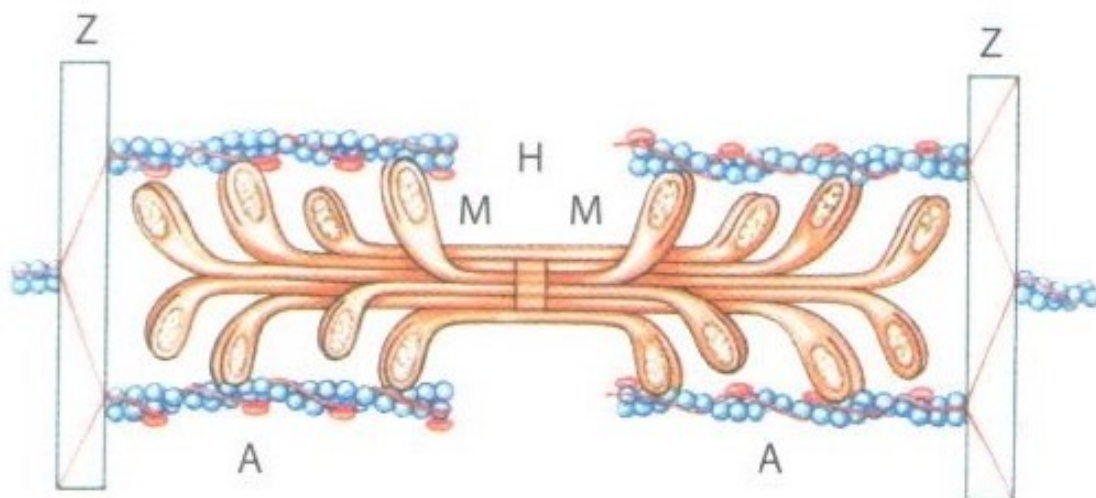
1. Sarkoléma, 2. Myofibrily 3. Jadro 4. Myozín 5. Aktín ²

Obrázok 3: Zloženie priečne pruhovaného svalového tkaniva



S- sarkoméra, A- anizotropný úsek, I- izotropný úsek, H- H prúžok, ktorý je tvorený prevažne myozínom, Z- Z línie, ktoré ohraničujú sarkoméry⁴

Obrázok 4: Sarkoméry svalového vlákna



Obrázok 5: Schéma usporiadania sarkoméry ⁴

3. Princíp kontrakcie priečne pruhovaného svalu

Svalové vlákno obsahuje vo svojej štruktúre malé vlákna. Tie sú schopné kontrakcie, nazývame ich *myofibrily*. Skladajú sa z bielkovín aktínu a myozínu, ktoré sa pri kontrakcii do seba zasúvajú. Podstatou kontrakcie je teda aktín-myozínový komplex ².

„Pri kontrakcii sa vzruch šíri z periférie svalového vlákna dovnútra priečnymi kanálkami za uvoľnenia vápenatých iónov z priľahlých vakuol. Uvoľnené vápenaté ióny sa viažu na troponín, ktorý senzibilizuje aktín a myozín k reverzibilnej mostíkovej väzbe – vzniká aktín – myozínový komplex ¹.“

Za kontraktilnú jednotku považujeme *sarkoméru*. Obsahuje veľké množstvo bielkovín a to nielen aktínu a myozínu. Ďalej sa tam vyskytuje titín, nebulín, desmin, syndesmin, vimentín, tropomyozín a troponín ⁴.

Myozín má charakteristické telo. Guľovitú hlavu, ohybný krk a tyčinkovité telo. Práve vďaka hlave myozínu môže reagovať s aktínom. Ten sa skladá z dvoch špirálovito stočených makromolekúl ⁴.

Za pružnosť *sarkoméry* sú zodpovedné bielkoviny titín a nebulín. Titín sa nachádza v **Z línii** *sarkoméry*, má najdlhšiu molekulu. Jej hlavnou úlohou je zabezpečovanie anatomickej kontinuity. Naopak nebulín je lokalizovaný v izotropnej časti *sarkoméry*. Stabilizuje polohu aktínu ⁴.

Desmín, vimentín a syndesmín majú úlohu fixačnú, zatiaľ čo troponín a tropomyozín regulačnú ⁴.

Pre svalovú kontrakciu je veľmi dôležitá energia. Tá sa uvoľňuje pri štiepení ATP na ADP. Naopak pri relaxácii svalu dochádza k resyntéze ATP ¹.

3.1. Typy vlákien priečne pruhovaného svalu

Podľa enzýmového vybavenia a rýchlosti kontrakcie rozlišujeme 3 typy vlákien. Červené oxidatívne, biele glykolytické a zmiešané intermediálne. Vo svaloch sa zvyčajne vyskytujú všetky 3 typy, ale do aktivity sa zapojujú rozdielne ².

„V jednom svalu sú z pomalých vlákien zložené zpravidla okrsky hlbšie, naopak biele vlákna sa vyskytujú skôr v povrchových vrstvách ³.“

Oxidatívne vlákna, vlákna typu I., sa vyznačujú pomalou rýchlosťou kontrakcie. Kontrakcia je dlhodobá, sú ekonomickejšie. Obsahujú bielkovinu myoglobín, červené svalové farbivo, v značnej miere. Práve pre túto skutočnosť sa označujú ako červené, pretože oproti bielym vláknám obsahujú myoglobínu oveľa viac, ale s nižším obsahom *myofibríl*. Vyznačujú sa aeróbnym metabolizmom, sú dobre prekrvené a obsahujú veľa mitochondrií. Predstaviteľom tohto typu sú posturálne svaly, svaly zabezpečujúce postoj, pretože majú dlhodobú výdrž ^{1,2,4}.

Naopak, glykolytické vlákna, vlákna typu II., sú charakterizované malým obsahom myoglobínu, väčším obsahom *myofibríl*, anaeróbnym metabolizmom a rýchlou kontrakciou a teda, aj ich krátkou dobou, pretože sa rýchlejšie unavia. Typickým príkladom môžeme uviesť svaly paže a ramena ^{1,2}.

Posledné intermediálne vlákna sú kombináciou vyššie uvedených vlákien. Metabolizmus je ako aeróbny, tak aj anaeróbny. Kontrakcia je rýchla ².

„Histochemické a fyziologické vlastnosti vlákien dovoľujú nové triedenie na 3 druhy (viz tab. 1):

- vlákna FG – rýchle s glykolytickými enzýmami,
- vlákna FOG – rýchle s oxidatívne glykolytickými enzýmami.
- vlákna SO – pomalé s oxidatívnymi enzýmami ¹.“

Typ vlákna	Morfologická charakteristika	Funkční charakteristika
typ I, SO (vytrvalostní, oxidativní)	velmi tenká a bohatě kapilarizovaná, 100% mitochondrií	statické, pomalé pohyby; polohové funkce; malá MJ; malá síla a odolnost proti únavě; tonická vlákna
typ IIa, FOG (rychlá, oxidativně glykolytická)	středně silná a kapilarizovaná, 70% mitochondrií	rychlý a silový pohyb; fázická vlákna
typ IIb, FG (velmi rychlá, glykolytická)	velmi silná a málo kapilarizovaná, 40% mitochondrií	maximální silový pohyb; fázická vlákna
typ III	nediferencovaná vlákna	není známa

Tabuľka 1: Prehľad rôznych typov svalových vlákien ⁴

4. Funkcia svalu

Medzi hlavnú svalovú funkciu patrí svalová kontrakcia, sťah ³.

4.1. Rýchlosť kontrakcie

Rýchlosť kontrakcie závisí hlavne na type svalových vlákien. „Kontrakcia prebehne u tzv. rýchlych vlákien do 25 milisekúnd a u tzv. pomalých vlákien do 75 milisekúnd ³.

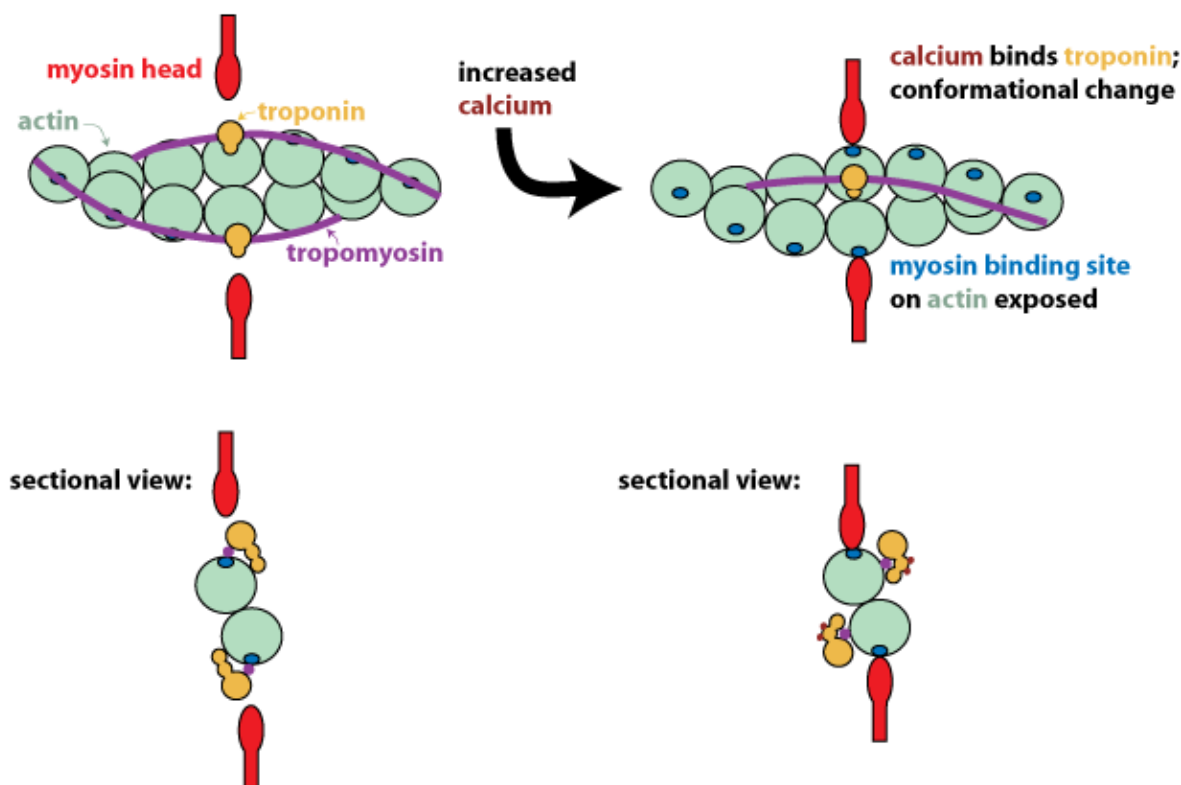
4.2. Svalový sťah

Svalové tkanivo sa skladá hlavne zo spojivového tkaniva, ďalší objem zaujímajú mitochondrie, myofibrily, retikulum s tubulárnym systémom a glykogén. *Myofibrily* tvoria asi 50 % objemu, mitochondrie 30-35 %, ostatné menované sú objemom nízke ⁵.

Vďaka tomu, že spojivé tkanivo je na koncoch pripojené na šlachy, tak môže byť spojivé tkanivo pripojené buď v sérii alebo paralelne k svalovým vláknam. To má za následok, že pri kontrakcii sa sval neskráti úplne, pretože svalové tkanivo v sérii sa napne a pôsobí proti skráteniu svalu ⁵.

Myofibrily kontrahujú vďaka tomu, že motorické nervové vlákna prinášajú do svalu vzruch. Aby sa myozín mohol zasunúť do aktínu je nutná prítomnosť vápenatých iónov v sarkoplasme. Vápenaté ióny sa dostanú do *sarkoplazmy* pomocou vápnikovej pumpy. Dôležité ale je zvýšiť priepustnosť sarkolémy. Toto sa deje vďaka acetylcholínu, ktorý je uvoľňovaný z motorických plotienok. „Motorické plotienky sú špecializované zakončenia motorických nervových vlákien na povrchu vlákien priečne pruhovaného svalstva ³.“ Ak sú už vápenaté ióny v *sarkoplasme*, viaže sa na určité miesta aktínových filament a následne ich aktivuje. Tým nastane zmena tvaru aktínu a uvoľní sa miesto pre myozínové hlavy. Vzniká prechodný stav, pri ktorom vzniká komplex aktínomyozínu. Toto cele trvá niekoľko stotín sekundy, pretože vápniková pumpa odčerpáva vápenaté ióny späť do *sarkoplazmatického retikula* ⁴.

Aby vápenaté ióny mohli aktivovať aktínové filamenty, musí sa na ne naviazať a to vďaka tomu, že aktín obsahuje troponínovú subjednotku, čo je vlastne receptor pre vápenaté ióny. Okrem toho troponín bráni väzbe myozínu a aktínu. Po naviazaní vápenatých iónov na troponín sa molekuly tropomyozínu odsunú a následne sa odkryjú väzbové miesta pre myozínovú hlavu (viz obr. 6) ⁵.



Popis obrázku vysvetlený v predchádzajúcom texte

Obrázok 6: Detailný vznik aktinomyozinového komplexu ⁷

Pri kontrakcii sa celá *myofibrila* skracuje a dôležité je, že všetky *myofibrily* jedného svalového vlákna sa skracujú, kontrahujú spoločne. Ak nastane odčerpanie vápenatých iónov do sarkoplazmatického retikula, tak myozín odskakuje od aktínu a následne nastáva relaxácia svalového vlákna ⁴.

4.3. Druhy svalovej kontrakcie

Rozoznávame 2 druhy svalového sťahu. Líšia sa hlavne rozsahom kontrakcie, smeru pohybovej akcie a charakteristike vonkajšej záťaže.

4.3.1. Izokinetická kontrakcia

Tým prvým je kontrakcia izokinetická. Svaly pri kontrakcii menia svoju dĺžku. To znamená že vzdialenosť od začiatku k upnutiu svalu sa mení. Z toho dôvodu delíme izokinetickú kontrakciu ešte na dve podskupiny. Koncentrické a excentrické skrátenie svalu.

Pri koncentrickom skrátení nastáva zväčšenie svalového bruška a naozajstné skrátenie. Ako príklad je možné uviesť ohnutie lakt'a z priamej do úplne ohnutej polohy⁸. Sval vykonáva pozitívnu prácu a výsledkom je, že pohyb, ktorý sval robí, prebieha rovnakou rýchlosťou alebo nastane urýchlenie⁴.

Naopak pri excentrickom skrátení svalu pozorujeme pohyb brzdiaci a sval sa predlžuje⁴.

4.3.2. Izometrická kontrakcia

Táto kontrakcia sa vyskytuje, ak nedošlo k zmene dĺžky. Vzdialenosť začiatka a upnutia svalu sa nemení. Z toho jasne vyplýva, že nepozorujeme ani pohyb. Napríklad pri prenášaní predmetu pred telom. Hmotnosť predmetu tiahne ruky smerom dole, ale svaly sú zatiahnuté z dôvodu, aby bol objekt stále v tej istej polohe^{4,8}.

4.4. Svalová sila

Svalová sila závisí na počte svalových vlákien, dĺžke svalu a počte aktivovaných motorických jednotiek. Všeobecne platí, že čím viac vlákien sval má a čím je dlhší, tak tým môže vynaložiť väčšiu silu. Svalový sťah nie je vyvolaný len aktín-myozínovým komplexom, ale závisí tiež na napätí elastických zložiek svalu a aj šlachy⁵.

5. Dynamometria

Dynamometria patrí medzi biomechanické metódy analýzy pohybu. Meria sa svalová sila. Pacient alebo športovec pôsobí svojou silou na predmet. Napríklad na náradie alebo senzor prístroja, ktorý meria silu svalových skupín. Základnou jednotkou je jednotka sily, teda 1 Newton ¹¹.

Nástroj na meranie svalovej sily sa nazýva dynamometer. Za objav vďačíme americkému neurológovi Williamovi Alexandrovi Hammondovi, ktorý ho začal používať koncom 19. storočia. Vyrobil ho francúzsky výrobca nástrojov, a patril medzi najpopulárnejšie nástroje svojho druhu ⁹.

Podľa typu svalovej kontrakcie rozoznávame dva druhy dynamometrie. Dôležité je aký druh sily je pri meraní použitý. Izometrická dynamometria patrí medzi metódy, pri ktorej dochádza k rozvoju maximálnej sily, zatiaľ čo izokinetická je charakterizovaná rozvojom rýchlej a výbušnej sily ¹².

5.1. Izometrická dynamometria

Táto metóda je založená na izometrickej kontrakcii svalu. Dĺžka svalu sa nemení, ale mení sa svalové napätie. Pri tomto type dynamometrie môžeme sledovať maximálnu silu. Tá sa môže vzťahovať na hmotnosť. Príkladom merania je napríklad meranie sily stisku. Na to sa využíva ručný dynamometer (viz obr. 7, obr. 8). Alebo túto metódu môžeme použiť na meranie sily extenzorov kolena. Pri tejto metóde je vhodné pacienta fixovať napríklad v kresle, aby sme zamedzili pohyb iných svalových skupín ¹⁰.



Obrázok 7: Ručný dynamometer Pinch/grip analyser ¹³



Obrázok 8: Ručný dynamometer Pinch/grip analyser a jeho správne použitie ¹³

5.2. Izokinetická dynamometria

Vôbec prvý dynamometer, ktorý fungoval na princípe izokinetického merania, bol skonštruovaný až v roku 1967. S izokinetickú dynamometriu sa môžeme stretnúť hlavne v oblasti športu a rehabilitácie ¹¹.

Táto metóda je založená na izokinetickej sile, ktorú vykonáva sval. Teda meriame maximálny silový výkon za čo najviac konštantnej rýchlosti ¹⁰. Rýchlosť pohybu je predom definovaná a stabilná. Pri tejto metóde sa vytvára odpor, ktorý je premenlivý ¹¹.

Princípom funkcie tohto typu dynamometru je, že subjekt tlačí na rameno páky, resp. podložku a tým produkuje silu. Keďže metóda by mala prebiehať za konštantnej rýchlosti, prístroj sa skladá z špeciálneho elektromechanického zariadenia, ktorým môže byť buď servomotor, prípadne hydraulické prvky. Ten vytvára odpor proti silám subjektu a tým zaisťuje, že rýchlosť sa nemení a zostáva konštantná. To znamená, že ak subjekt vyvinie väčšiu silu, prístroj pomocou regulačného zariadenia zvýši odpor tak, aby sa rýchlosť nezmenila ¹¹.

Medzi veľké výhody tohto dynamometru a tejto metódy patrí bezpečnosť, možnosť prednastavenia rozsahu pohybu a možnosť cvičenia aj u rekonvalescentov a netrénovaných jedincov, pretože princíp techniky je nenáročný na zvládnutie ^{11,13}.

Naopak, slabunami prístroja je veľká finančná náročnosť, vysoké nároky na osobu, ktorá prístroj obsluhuje, časová náročnosť merania ¹¹.

Ďalšie typy dynamometrov sú uvedené a vysvetlené v kapitole 6. Štúdie.



Obrázok 9: Dynamometer, ktorý pracuje na princípe izokinetickej sily ¹⁴

6. Štúdie

6.1. Pacienti s ochorením pečene

V štúdiu podľa Gaikwand et al. išlo o určenie krátkodobej mortality a predikcii komplikácii u pacientov s ochorením pečene z nadmerného užívania alkoholu. Hlavným cieľom bolo zistiť funkčnosť ručného dynamometru (viz obr. 10), a to hlavne ako hlavného markera pri diagnóze nutričného stavu pacienta a následnej predikcii komplikácii a krátkodobej mortality, spolu s CTP skóre. (viz tab. 2) ¹⁵.



Obrázok 10: Ručný dynamometer ¹⁶

Do štúdie bolo zahrnutých 80 ľudí. Počas štúdie ale 11 zomrelo a časovo vychádzala na 3 mesiace. Pacienti boli rozdelení do troch skupín. Išlo teda o silne podvyživených, mierne podvyživených pacientov a o pacientov, u ktorých sa podvýživa ešte neprejavila. Mortalita bola teda logicky najvyššia u skupiny s vážnou podvýživou ¹⁵.

	BODY*		
	1	2	3
Encefalopatia	Nepotvrdená	Stupeň 1-2	Stupeň 3-4
Ascites	Nepotvrdená	Stredný	Závažný
Bilirubín (mg/dL)	<2	2-3	>3
Albumín (g/dL)	>3,5	2,8-3,5	<2,8
PT alebo INR	<4	4-6	>6
	<1,7	1,7-2,3	>2,3

*CTP skóre sa získava pridaním súčtom bodov pre každý parameter.

CTP skóre: A = 5-6 bodov, B = 7-9 bodov, C = 10-15 bodov

PT- protrombínový čas, INR- International Normalized Ratio- mezinárodný normalizovaný pomer

Tabuľka 2: CTP skóre, podľa ktorého sa určuje závažnosť cirhózy ¹⁷

Ak sa prejaví u pacientov s cirhózou chradnutie, môžeme to považovať za nepriamy dôkaz malnutície. A tá sa čím ďalej tým viac dostáva do povedomia ako prognostický faktor cirhózy. Dochádza k úbytku svalovej hmoty a tým pádom k strate sily, a toto môžeme merať pomocou dynamometru. Strata ručnej sily je považovaná za predikčný marker pri postoperatívnych komplikáciách a mortalite ¹⁵.

Pacienti pri meraní ručnej sily sedeli a používali svoju dominantnú ruku. Držali rukoväť dynamometru a mali vynaložiť čo najväčšiu silu. Toto opakovali 3 krát s odstupom viac ako 30 sekúnd po pokuse predchádzajúcom. Z týchto 3 meraní sa spravil aritmetický priemer a hodnota sa porovnávala podľa tabuľky, v ktorej bol zahrnutý vek a pohlavie (viz tab. 3) ¹⁵.

Meranie ručnej sily poskytuje veľa výhod. Hlavne jednoduchosť, objektivitu a ľahkú reprodukovateľnosť. Čo sa týka citlivosti, tá bola zameraná na 88,41 % v predikcii krátkodobej mortality. Ďalej vedci zistili, že ručný dynamometer môže spoľahlivo určiť pacientov s podvýživou a predurčiť ich prognózu. Narušená ručná sila je spojená s mnohými komplikáciami a s nízkym krátkodobým prežitím. Vedci sa tiež vyjadrujú, že ich štúdia mala aj nejaké limity. Išlo hlavne o to, že štúdia má hlavne sugestívnu dôležitosť a nie štatistickú. Dôvodom je, že štúdia trvala krátko. Dlhšie štúdie by mohli presne overiť presnosť ručnej dynamometrie v predpovedi mortality ¹⁵.

VEK	MUŽI			ŽENY		
	Slabý	Normálny	Silný	Slabý	Normálny	Silný
10-11	<12,6	12,6-22,4	>22,4	<11,8	11,8-21,6	>21,6
12-13	<19,4	19,4-31,2	>31,2	<14,6	14,6-24,4	>24,4
14-15	<28,5	28,5-44,3	>44,3	<15,5	15,5-27,3	>27,3
16-17	<32,6	32,6-52,4	>52,4	<17,2	17,2-29,0	>29,0
18-19	<35,7	35,7-55,5	>55,5	<19,2	19,2-31,0	>31,0
20-24	<35,8	35,8-56,6	>56,6	<21,5	21,5-35,3	>35,3
25-29	<37,7	37,7-57,5	>57,5	<25,6	25,6-41,4	>41,4
30-34	<36,0	36,0-55,8	>55,8	<21,5	21,5-35,3	>35,3
35-39	<35,8	35,8-55,6	>55,6	<20,3	20,3-34,1	>34,1
40-44	<35,5	35,5-55,3	>55,3	<18,9	18,9-32,7	>32,7
45-49	<34,7	34,7-54,5	>54,5	<18,6	18,6-32,4	>32,4
50-54	<32,9	32,9-50,7	>50,7	<18,1	18,1-31,9	>31,9
55-59	<30,7	30,7-48,5	>48,5	<17,7	17,7-31,5	>31,5
60-64	<30,2	30,2-48,0	>48,0	<17,2	17,2-31,0	>31,0
65-69	<28,2	28,2-44,0	>44,0	<15,4	15,4-27,2	>27,2
70-99	<21,3	21,3-35,1	>35,1	<14,7	14,7-24,5	>24,5

Tabuľka 3: Namerané hodnoty ručnej sily ¹⁵

Cieľom štúdie, ktorú publikovali Ciocîrlan et al. bolo zistiť, aký vplyv má sila stisku na predikciu závažnosti a prežitia pacientov s cirhózou pečene. Boli použité tri pomôcky.

SGA (Subjective Global Assessment), ručná sila a antropometria. SGA je nástroj na hodnotenie malnutrície. Mal by identifikovať podvýživu, rozlišovať ju od chorobného stavu, predvídať výsledky a určiť pacientov u ktorých môže nutričná terapie zlepšiť výsledok ^{18,19}.

Pacientov bolo vybraných 100 a sledovaní boli 6 mesiacov. 3 pacienti zo štúdie vypadli a z 97 ľudí prežilo štúdiu 78. Celá štúdia trvala 1 rok, a to od marca roku 2015 do marca roku 2016. Aj tu boli rozdelení do troch skupín, ale podľa skóre Childa a Pughu. (viz tab. 4). Toto skóre sa využíva hlavne u pacientov s cirhózou k hodnoteniu prognózy a k zaradeniu na transplantáciu listinu ¹⁹.

Aj tu bolo spomínané, že podvýživa úzko súvisí s cirhózou. Má negatívny dopad či už na morbiditu alebo mortalitu. Sledoval sa hlavne výskyt komplikácii ako je ascites, pečenná encefalopatia, gastrointestinálne krvácanie a pod. Pacienti s hepatokarcinómom boli vylúčený¹⁹.

Okrem svalovej hmoty sa dostáva do povedomia aj svalová sila ako užitočný prediktor sarkopénie. Sila sa merala dominantnou rukou. Meranie sa opakovalo trikrát. Výsledky sú zhrnuté v tabuľke aj spolu nutričným rozdelením podľa skóre Childa a Pughiho (viz tab. 5)¹⁹.

V štúdií sa dokázalo že ručná sila sa významne zhoduje s prognostickým skóre a mohla by predikovať prežitie na 6 mesiacov. Metóda bola definovaná ako neinvazívna a ľahko použiteľná¹⁹.

Proměnná	1 bod	2 body	3 body	jednotky
Bilirubín (celkový)	<34 (<2)	34-50 (2-3)	>50 (>3)	μmol/l (mg/dL)
Albumín	>35	28-35	<28	g/L
INR	<1.7	1.71-2.20	>2.20	-
Ascites	Není	Potlačený léčbou	Refraktérní	-
Jaterní encefalopatie	Není	St. I-II (nebo potlačena léčbou)	St. III-IV (nebo refraktérní)	-

INR- International Normalized Ratio- mezinárodní normalizovaný poměr

Tabuľka 4: Skóre podľa Childa a Pugh²⁰

Vyhodnotenie: trieda A– 5 až 6 bodov, trieda B– 7 až 9 bodov, trieda C– 10 až 15 bodov

	Child-Pugh A	Child-Pugh B	Child-Pugh C	p value
Patients	23	46	31	
Age, years				
Mean \pm SD	60.7 \pm 9.2	58.3 \pm 10.5	56.2 \pm 12.3	0.527
Sex ratio				
Males/females	16/7	34/12	22/9	0.920
SGA				
A/B/C	15/8/0	17/17/12	2/22/7	$<10^{-3}$
BMI (kg/m ²)				
Mean \pm SD	27.9 \pm 5.2	26.4 \pm 5.3	27.9 \pm 5.9	0.522
TSF (mm)				
Mean \pm SD	12.5 \pm 9.1	10.3 \pm 7.1	11 \pm 7.1	0.646
MAC (cm)				
Mean \pm SD	28.5 \pm 5.1	25.8 \pm 4.5	26.5 \pm 4.8	0.175
MAMC (cm)				
Mean \pm SD	28.1 \pm 4.8	25.4 \pm 4.3	26.1 \pm 4.7	0.170
HGS (kg)				
Mean \pm SD	35.6 \pm 12.4	29.3 \pm 10.1	25.3 \pm 7.8	0.007

SGA- Subjective Global Assessment- Subjektívne globálne hodnotenie, BMI- Body Mass Index- Index telesnej hmoty, TSF- Triceps Skinfold Measurement, MAC- Mid-Arm Circumference, MAMC- Mid-Arm Muscle Circumference, HGS- Handgrip strength

Tabuľka 5: Nutričné rozdelenie podľa Childa a Pughiho ¹⁹

Opačné znenie mala štúdia, ktorú publikovali Fernandes et al.. Prebiehala od apríla 2007 do januára 2008. Podstúpilo ju 129 pacientov trpiacich cirhózou. Ak sa u nich preukázal hepatokarcinómom, zo štúdie boli vylúčený. Pacienti boli klasifikovaný podľa skóre Childa a Plugha ²¹.

Narozdiel' od predchádzajúcich dvoch štúdií mali pacienti uchopiť dynamometer nedominantnou rukou ²¹.

Výsledok štúdie ukázal, že svalová sila nemá až taký štatistický vzťah s Child-Pugh skóre. Podľa Childa a Pughu bolo podvyživených 93,2 % pacientov, pričom spadajú do definície C skupiny. Naopak podľa dynamometrie do poslednej C skupiny spadalo len 6,8 % pacientov ²¹.

Marr et al. skúmali vzťah SGA s inými detektormi podvýživy. Aj tu bola zahrnutá svalová sila. Štúdia trvala od októbra 2012 do októbra 2015. Pacienti boli dospelý ľudia, ktorý prekonal transplantačiu pečene. Bolo ich 70. V skupine SGA-A ich bolo 15, SGA-B 30 a v poslednej SGA-C - najviac podvyživení pacienti - ich bolo 25 ²².

Meralo sa pomocou dynamometru Jamar (viz obr. 11) a merania sa opakovali trikrát. Pacienti používali svoju nedominantnú ruku. Vybralo sa vždy najlepšie meranie. Vedci zmerali svalovú silu v jednotkách tlaku PSI (Pounds per Square) a tie porovnali vo vzťahu s SGA. Skupina SGA A - 67 PSI, SGA B - 58,5 PSI a SGA C- 47 PSI, $P = 0,03$. Z toho vyplýva, že vzťah medzi SGA a svalovou silou existuje ²².



Obrázok 11: Ručný dynamometer Jamar a jeho správne použitie v sede ²³

Ďalej vedci uvádzajú, ako v iných štúdiách, že dynamometria, ako metóda merania svalovej sily, je veľmi málo nákladná s ľahkou obsluhou prístroja a dá sa pomocou nej objektívne posúdiť výživový stav pacienta s cirhózou. Práve v tejto štúdii vedci zistili, že výkonnosť svalovej sily závisí od pacienta. Zatiaľ čo presnosť merania svalovej sily v hlavnej skupine bola mierna, výkonnosť u mužskej skupiny bola lepšia v porovnaní so skupinou žien. Preto vedci odporúčajú používať meranie svalovej sily len na mužskú populáciu. Každopádne je to možné vysvetliť tým, že ženy majú väčšie zásoby tukového tkaniva v tele, ktoré využívajú na zachovanie svalovej hmoty. Toto vedie k vysokej svalovej funkčnosti v skorých štádiách choroby. Okrem iného uvádzajú, že pri štúdii nemali moc času na vylúčenie falošne negatívnych výsledkov, takže by to mohlo skresľovať výsledok v skupine žien ²².

Štúdiu netreba brať ako rozhodujúcu, pretože sa v nej vyskytovalo málo dobrovoľníkov. Každopádne vedci poukazujú na to, že meranie svalovej sily, môže veľmi presne poukázať na podvýživu ²².

6.2. Pacienti s chronickou obštrukčnou chorobou pľúc

Aj pri chronickej obštrukčnej chorobe pľúc (CHOCHP) môžeme často pozorovať dysfunkciu svalov. Toto prispieva k zhoršeniu prognózy pacientov. Princípom je, že pri CHOCHP sa vyskytuje dysfunkcia dýchacích svalov, a to vedie k svalovej dysfunkcii končatín. Svalová dysfunkcia ovplyvňuje kvalitu života, príznaky ochorenia a hlavne zhoršuje prognózu pacienta²⁴.

V tejto štúdii vypracovanej vďaka Gea et al. sú opísané najčastejšie diagnostické metódy. Dysfunkcia svalov sa objavuje už pri miernych alebo stredne ťažkých štádiách CHOCHP²⁴.

Cieľom Swallow et al. bolo otestovať hypotézu, ktorá znela, že pri znížení maximálnej kontrakčnej sily štvorhlavého svalu stehenného môžeme predikovať úmrtnosť u pacientov s CHOCHP. Túto hypotézu nakoniec potvrdili. V tejto štúdii sa dynamometria nevyskytovala, pretože vedci merali svalovú silu inými postupmi. Avšak nasledujúca štúdia, vychádzala práve z tejto potvrdennej hypotézy²⁵.

Svalová sila a svalová hmota dolných končatín má dôležitú rolu u CHOCHP, pretože môže predikovať mortalitu, morbiditu, ovplyvniť kvalitu života a zdravotný stav pacienta. Butcher et al. si vymedzili cieľ, určiť vzájomnú dôležitosť izometrickej sily, koncentrickej a excentrickej svalovej sily na rôznych rýchlostiach, ktoré prispievajú k funkčnému a fyziologickému výkonu²⁶.

Táto štúdia bola randomizovaná a skrížená. Zahrnutých náhodne bolo 13 pacientov. Na meranie sily štvorhlavého svalu stehenného sa používal izokinetický dynamometer. Testovala sa dominantná noha a to pri koncentrickej kontrakcii 60°/sekundu, 90°/sekundu, 180°/sekundu a 270°/sekundu. Ďalej sa merala excentrická kontrakcia pri 90°/sekundu a izometrická, ktorá sa merala pri 0°/sekundu. Test sa opakoval 3 krát s minimálne 2-minútovým odpočinkom medzi meraniami. 2 najväčšie hodnoty z každého typu merania sa použili pri analýze²⁶.

Vedci svoju hypotézu potvrdzujú. Existuje vzťah medzi svalovou silou, funkčným a fyziologickým výkonom²⁶.

Výkonnostné testy hrajú veľmi dôležitú rolu u pacientov s CHOCHP v predikcii ich prognózy, ale často sú dostupné len v rehabilitačných a výzkumných pracoviskách. Preto sa Puhan et al. zamerali na ľahko prevediteľné skúšky, akou je meranie sily stisku ²⁷.

Cieľom bolo zistiť, či metóda na zistenie sily stisku je vôbec spojená s mortalitou a exacerbáciami, a ak áno, ako moc tento test s nimi súvisí ²⁷.

Táto kohortová štúdia zahŕňala 409 pacientov nad 40 rokov, ktorým bolo indikované druhé až štvrté štádium CHOCHP a boli bez exacerbácie minimálne 4 týždne. Trvala od apríla 2008 do augusta 2009 ²⁷.

Na meranie sily stisku bol použitý dynamometer Jamar. Lakte boli ohnuté v 90° a mali rukoväť stlačiť čo najväčšou silou. Meralo sa v kilogramoch. Toto opakovali na každej ruke 3 krát. Tento test dokončili všetci pacienti. Išlo o vysoko reprodukovateľnú metódu s vnútorným korelačným faktorom 0,88 pre obidve strany ²⁷.

Pevnosť sily stisku bola u pacientov, ktorí zomreli do 2 rokov, podstatne nižšia ako u pacientov, ktorí prežili. U pacientov, ktorí do dvoch rokov zomreli, sa nameralo priemerovo 30,1 kg, a tým, čo prežili, 36,4 kg. Metóda bola spojená s kvalitou života, ale nie s exacerbáciami. AUC (area under the curve- plocha pod krivkou) vykazovalo hodnotu 0,62 a to môžeme považovať sa predikciu dvojročnej mortality. Pokiaľ je táto metóda spojená ešte s testom ADO (Age, Dyspnoe, Obstruction), AUC bolo na hodnote 0,80, a ak s testom BODE (BMI, Obstruction, Dyspnoe, Exercise), tak hodnota bola 0,68 ²⁷.

6.3. Pacienti po prekonanej mŕtvici

Po prekonanej mŕtvici sa veľmi často vyskytuje u pacientov hemiparéza. Ide približne o 77 %. U ľudí, ktorí prekonali mŕtvicu, sa prevádza meranie svalovej sily. Vykonáva sa v rôznych fázach ochorenia ²⁸.

Pre túto štúdiu, ktorú publikovali Aguiar a et al. boli vybratí ľudia v takzvanej subakútnej fázy starší ako 19 rokov. Priemerná veková hranica ale bola 63 rokov. Pod pojmom subakútna fáza rozumieme fázu 3-6 mesiacov po prekonaní mŕtvice. Bolo ich 32, ale len 24 pokračovalo druhý deň merania ²⁸.

Merania sa prevádzali pomocou prenosných dynamometrov. Hydraulický ručný dynamometer sa používal na meranie sily stisku, ďalej sa merala sila medzi dvoma prstami. Technika je vyzobrazená na Obr. 12, Poslednou metódou bolo meranie „trunk strength“ pomocou špeciálneho dynamometru (viz obr. 13). Prebiehali tri pokusy a každý bol zaznamenaný. Pacienti mali vyvinúť čo najväčšiu silu a vydržať po dobu 5. sekúnd. Medzi intervalmi bola poskytnutá prestávka ktorá trvala 15 až 20 sekúnd ²⁸.

V štúdiu sa potvrdilo, že prenosné dynamometre sú spoľahlivou pomôckou na meranie svalovej sily v subakútnej fáze mŕtvice. Samozrejme je potreba, aby jedinci boli schopný test zvládnuť. Z výsledkov štúdie vyplýva, že trojité opakovanie merania nemá väčšiu výpovednú hodnotu ako jedno meranie. Má to hlavne výhodu v tom, že pacientovu výkonosť môže znížiť únava, nepozornosť alebo nepohodlie ²⁸.



Obrázok 12: Technika merania medzi dvoma prstami pomocou dynamometru ²⁹



Obrázok 13: Dynamometer na meranie „trunk strength” ³⁰

6.4. Pacienti trpiaci nádorovým ochorením

CRF (cancer related fatigue) je vysoko prevalentný a multifaktoriálny syndróm, ktorý sa vyskytuje u pacientov s nádorovým ochorením. Je definovaný ako pretrvávajúci a subjektívny pocit únavy súvisiaci s nádorovým ochorením alebo protinádorovou liečbou, ktorá naruša bežné fungovanie. Nie je stále objasnené ako, a či vôbec znížená svalová hmota a sila má súvis s CRF. Preto bolo cieľom Kilgour et al. určiť, či je CRF spojená s úbytkom svalovej hmoty a sily u pacientov s pokročilým nádorovým ochorením ³¹.

Pre Kilgour et al. boli vybratí pacienti v počte 84 vo veku okolo 62 rokov s gastrointestinálnym nádorovým ochorením alebo s NSCLC (non small cell lung cancer- nemalobunkový karcinóm pľúc). Pacienti boli vybratí podľa kritéria, ktorým bolo, že im bolo diagnostikované neoperovateľné nádorové ochorenie za posledných 6 mesiacov. Teda patrili do štádia III a IV. Prijatí boli medzi marcom a novembrom roku 2007 ³¹.

Všetci účastníci dokončili merania na silu predlaktia a na silu štvorhlavého svalu stehenného, a to pomocou izometrickej a izokinetickej dynamometrie. Izokinetický dynamometer BIODEX bol použitý na meranie sily štvorhlavého stehenného svalu (viz obr. 14). Merania sa opakovali 5 krát, ale pred samostatným meraním sa uskutočnili 2 pokusy na tréning. Pacient mal pri uhlovej rýchlosti 60°/sek. pohybovať s nohou čo najrýchlejšie. Odpočinok trval 1 minútu. Výsledok sa spriemeroval ³¹.

Drouin et al. sa snažili zistiť mechanickú spoľahlivosť a správnosť merania polohy, krútiaceho momentu a rýchlosti izokinetického dynamometru BIODEX. Dospelo sa k záveru, že tento dynamometer je spoľahlivou pomôckou pri meraní sily ³².



Obrázok 14: Meranie sily štvorhlavého stehenného svalu pomocou dynamometru
BIODEX³³

Na meranie izometrickej sily predlaktia bol použitý dynamometer Jamar a pružinový dynamometer (viz obr. 15). Skúška sa opakovala trikrát a trvala približne 3 sekundy. Vyvinúť sa mala čo najväčšia sila. Medzi každým meraním bola pauza na odpočinutie. Vypočítala sa priemerná hodnota ³¹.



Obrázok 15: Pružinový dynamometer ³⁴

Okrem merania sily pacienti mali vyplniť dotazník BFI (Brief fatigue inventory). Mali vyjadriť svoju únavu v 9 bodoch, a to od 0 po 9. Prvé tri body definujú závažnosť únavy počas denných hodín a zvyšných 6 bodov vyhodnocovali, ako sa zhoršila únava za posledných 24 hodín.

Vo výsledku bolo zistené, že nižšie hodnoty ručnej sily a sily štvorhlavého svalu stehenného boli spojené s vyššími hodnotami CRF. Tieto sily boli identifikované ako významné prediktory CRF ³¹.

Onkologická núdzová situácia je veľmi vážny stav, ktorý sa vyvíja priamo z ochorenia alebo nepriamo z liečby nádorového ochorenia. Prognózy bývajú často zlé a mortalita je vysoká. Preto je dôležité určiť, ktorí pacienti budú mať úžitok z invazívnej liečby, a ktorí z konzervatívnej alebo paliatívnej liečby. Preto cieľom Bosscher et al. bolo stanoviť prognostické faktory, ktoré by uľahčili rozhodnutie, aký proces liečby bude vybraný ³⁶.

Íšlo o 207 pacientov, ktorí boli prijatí s onkologickou núdzovou situáciou medzi novembrom 2013 a aprílom 2014. Ručná sila sa merala na oboch rukách. Skúška sa opakovala 3 krát. Používal sa dynamometer Jamar ³⁶.

Bol vybraný z dôvodu, že sa v minulosti robila štúdia, ktorú publikovali Trutschnigg et al., na presnosť a spoľahlivosť pomôcok na meranie sily a telesnej hmotnosti. Porovnával sa Jamar dynamometer s BIODEX dynamometrom. V štúdii jasne vyšlo, že u pacientov s pokročilým nádorovým ochorením je Jamar dynamometer výhodnejší, pretože vykazuje väčšiu konzistenciu ³⁵.

Bolo zistené, že nízka sila stisku, presnejšie sa jednalo o odchýlku od normatívnej hodnoty stanovenú na menšiu alebo rovnú 4,2 kg, sa spojuje s 90-dňovou mortalitou. Preto vedci uvádzajú, že merania sily stisku môže slúžiť ako prognostická metóda a môže uľahčiť rozhodovanie u pacientov s núdzovou onkologickou situáciou ³⁶.

6.5. Štúdie zamerané na starších pacientov

Sarkopénia je definovaná ako strata svalovej hmoty, sily a svalovej funkcie. Považuje sa za nový geriatrický syndróm. Táto strata súvisí s vekom. Môže byť spojená s opakovanými pádmi, zlomeninami, zdravotným postihnutím, hospitalizáciou a ďalšími ³⁷.

V roku 2014 sa Cruz-Jentoft et al., pokúsili preskúmať klinické dôkazy o prevalencii sarkopénie pomocou štúdií, ktoré si vyhľadali v databázach Pubmed a Dialog. Okruh vyhľadávania zúžili na štúdie, ktoré sa zameriavali na pacientov starších ako 50 rokov. Podľa nich je prevalencia sarkopénie u ľudí, ktorí žijú v spoločenstve bola 1-29 %. Ďalej uvádzajú, že u ľudí, ktorí majú dlhodobú zdravotnú starostlivosť je prevalencia 14-33 %. Poslednú skupinu tvoria hospitalizovaní pacienti. U nich bola stanovená na 10 % ³⁸.

Cieľom tejto štúdie bolo zhodnotiť prevalenciu sarkopénie a nájsť spojitost medzi sarkopéniou a dlhodobou mortalitou a opakovanou hospitalizáciou u starších pacientov v akútnej starostlivosti. Išlo o observačnú štúdiu, ktorá sa konala v západnej Číne. Svalová hmotnosť sa odhadovala pomocou antropometrie a sila stisku pomocou ručného dynamometru EH 101 (viz obr. 16). Ďalej sa uskutočnila skúška na rýchlosť chôdze ³⁷.

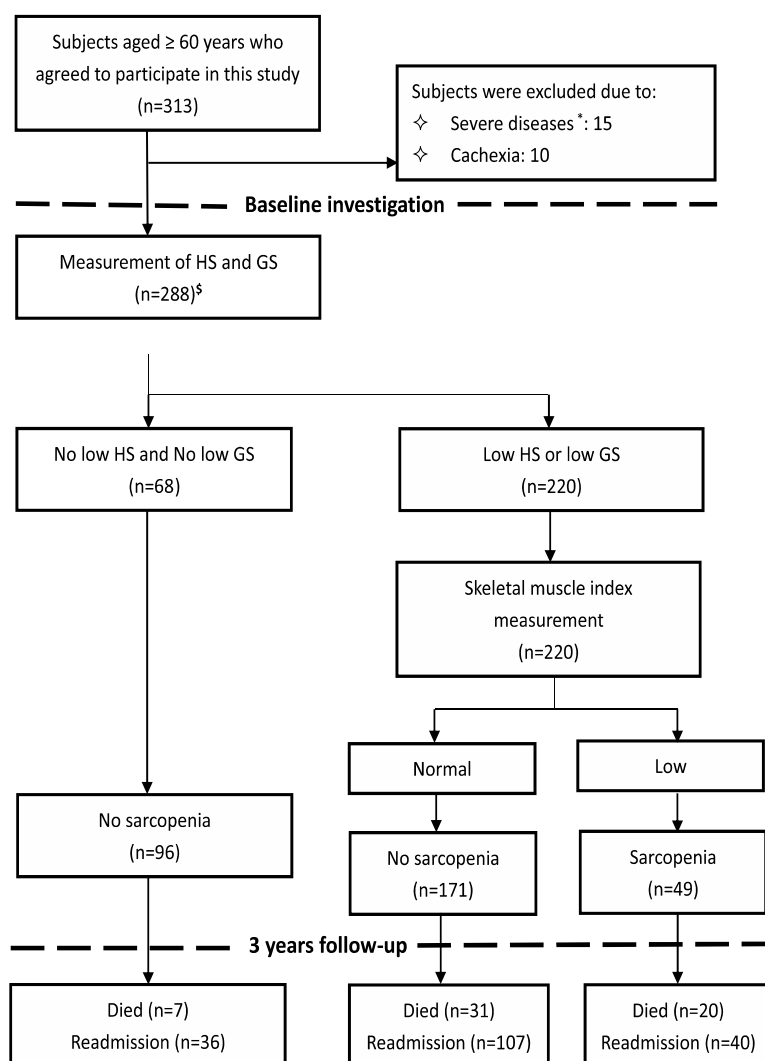
313 pacientov súhlasilo so štúdiou. Niektorí boli vylúčení v dôsledku iných ochorení, ako bol tumor alebo kachexia. Sarkopénia bola klasifikovaná pri nízkej sile stisku, nízkej svalovej hmote a nízkej rýchlosti chôdze. Naopak ak jedinci nevykazovali niektoré z príznakov, tak klasifikácia bola „bez sarkopénie“ (viz obr. 17) ³⁷.

Pri meraní sily stisku boli testované obidve ruky. Test sa opakoval pre každú ruku 3 krát a vybrala sa najvyššia hodnota z akejkoľvek ruky. Nízka sila stisku bola stanovená pre mužov pod 26 kg, a pre ženy pod 18 kg. Nízka rýchlosť chôdze bola stanovená na hodnotu menšiu ako 0,8 m/sek. Informácie o prežití a opakovanej hospitalizácii boli získané telefonicky. Informácie sa získavali po 12, 24 a 36 mesiacoch. Opakovaná hospitalizácia bola zaznamenaná u prvej hospitalizácie u pacientov, ktorí boli hospitalizovaní niekoľko krát ³⁷.

Výsledky sú uvedené v obr. 17. Pacienti bez sarkopénie boli v porovnaní s pacientami so sarkopéniou boli mladší (priemerný vek 80,5 rokov oproti 83,7 rokov) ³⁷.



Obrázok 16: Ručný dynamometer EH 101 ³⁹



HS- handgrip strength, GS- gait speed- rýchlosť chôdze

Popis obrázku vysvetlený v predchádzajúcom texte

Obrázok 17: Profil štúdie ³⁷

Vedci v závere uvádzajú, že sarkopénia je cenný prediktor dlhodobej mortality. Ďalej tiež uvádzajú, že dynamometria v kombinácii s testom rýchlosti chôdze, je spoľahlivá metóda na určenie sarkopénie ³⁷.

V jednej zo starších štúdií, na ktorej pracovali Rantanen et al. sa vedci snažili zistiť silu stisku počas stredného veku pacientov, a tým predikovať svalové obmedzenie funkčnosti a invaliditu v staršom veku. Na meranie používali pružinový dynamometer ⁴⁰.

Išlo o 25-ročnú kohortovú štúdiu, ktorú podstúpilo 6089 mužov vo veku od 45 do 68 rokov. Maximálna sila sa merala počas prvých 5 rokov ⁴⁰.

Výsledkom bolo, že vedci našli súvislosť medzi silou stisku v strednom veku a rizikom invalidity v staršom veku. To znamená, že dobrá sila stisku v strednom veku môže ochrániť ľudí v staršom veku pred invaliditou a funkčnou neschopnosťou ⁴⁰.

Kerr et al. sa zaoberali otázkou, či sila stisku má súvis s dĺžkou pobytu starších pacientov v nemocnici a či sa dá dĺžka pobytu predikovať ⁴¹.

Išlo o kohortovú štúdiu, v ktorej bolo zahrnutých 52 mužov a 68 žien. Sila stisku sa merala pomocou dynamometru Jamar ⁴¹.

Zistilo sa, že sila stisku je dôležitý ukazovateľ budúceho zdravia, ale len zriedka sa používa v klinickom prostredí. Bola významne spojená s funkčným a nutričným stavom pacienta, čo vysvetľuje aj vzťah s dĺžkou pobytu v nemocnici. V štúdií bolo ďalej uvedené, že výhoda merania sily stisku je v tom, že ide o rýchlejšiu metódu ako dotazníky, ktoré sa pacientom poskytujú a že je to významný prediktor dĺžky pobytu pacienta v nemocnici. Štúdia ale mohla byť limitovaná malým počtom pacientov, obmedzená zvolenou skupinou ⁴¹.

Úplné iné znenie mala kohortná štúdia vypracovaná Pierik et al.. Cieľom bolo určiť spojitosť medzi rizikom podvýživy a svalovou silou a svalovou hmotou. Druhým cieľom bolo zistiť zmenu svalovej sily a svalovej hmoty počas hospitalizácie u starších pacientov. Tých bolo do štúdie zahrnutých 378. Merania sa uskutočňovali do 48 hodín po prijatí, v deň odchodu alebo za 7 dní po prvom meraní, ak sa nachádzali stále v nemocnici ⁴².

Riziko malnutrície bolo určené pomocou SNAQ (Short nutritional assessment questionnaire) skóre (viz obr. 18). Ide o rýchly, ľahký a reprodukovateľný test. Meranie sily stisku sa prevádzalo dynamometrom Jamar, testovali sa obidve ruky buď v sede alebo v ľahu ak pacienti neboli schopní sedieť. Zaznamenaná bola maximálna hodnota obidvoch rúk ⁴².

Vďaka veľkému počtu dobrovoľníkov, môžeme štúdiu pokladať za dosť heterogénnu. Výsledky poukazujú na to, že u starších hospitalizovaných pacientov je vysoké riziko podvýživy spojené s nižšou svalovou hmotou ale nie s nižšou svalovou silou ⁴².

SNAQ
Short Nutritional Assessment Questionnaire

<ul style="list-style-type: none"> • Did you lose weight unintentionally? More than 6 kg in the last 6 months More than 3 kg in the last month 	<div>● ● ●</div> <div>● ●</div>
<ul style="list-style-type: none"> • Did you experience a decreased appetite over the last month? 	<div>●</div>
<ul style="list-style-type: none"> • Did you use supplemental drinks or tube feeding over the last month? 	<div>●</div>

● no intervention
 ● ● moderately malnourished; nutritional intervention
 ● ● ● severely malnourished; nutritional intervention and treatment dietitian

Preklad kvízu: Schudli ste v poslednej dobe neúmyselne?

Viac ako 6 kg za posledných 6 mesiacov

Viac ako 3 kg za posledný mesiac

Máte skúsenosť zo zníženou chuťou do jedla za posledný mesiac?

Užívali ste sa posledný mesiac výživové doplnkové drinky alebo infúzie?

bez intervencie

stredná podvýživa, výživová intervencia

vážna podvýživa, výživová intervencia a liečba dietetikmi

Obrázok 18: SNAQ skóre ⁴³

6.6. Ďalšie štúdie

Cieľom Leong et al. bolo zhodnotiť nezávislú prognostickú hodnotu metódy merania svalového stisku v sociokultúrnom a ekonomickom meradle. Išlo o rozsiahlu štúdiu PURE, ktorá bola vykonaná v roku 2008 a zúčastnilo sa jej 17 krajín. Podľa určitých kritérií bolo vybraných 139 691 účastníkov vo veku 35-70 rokov ⁴⁴.

Merania boli uskutočnené pomocou dynamometru Jamar. Zo začiatku sa prevádzali iba 3 merania na nedominantnej ruke, čo sa časom zmenilo tak, že u každého účastníka boli prevedené tri merania na oboch rukách. Nakoniec bola použitá len maximálna nameraná hodnota každej ruky. Informácie o zdravotnom stave účastníkov boli zistené telefonicky alebo osobne v ročných intervaloch ⁴⁴.

Bolo zistené, že zvýšená sila stisku bola spojená s mužským pohlavím, mladým vekom, vysokou úrovňou vzdelania, fyzickej aktivity, so zamestnanosťou a ďalšie. Hodnoty, ktoré boli namerané, sú uvedené v tabuľke 6 ⁴⁴.

	Nízky príjem	Stredný príjem	Vysoký príjem
Muži	30,2 kg	37,3 kg	38,1 kg
Ženy	24,3 kg	27,9 kg	26,6 kg

Tabuľka 6: Namerané hodnoty sily stisku rozdelené podľa pohlavia a podľa krajín s rôznym príjmom ⁴⁴

Bolo zistené, že meranie sily stisku silno predikuje kardiovaskulárnu úmrtnosť a je miernym prediktorom kardiovaskulárnych ochorení. Ďalej bolo zistené, že sila stisku je prediktor aj pre nekardiovaskulárnu úmrtnosť, ale nie pre ochorenia ⁴⁴.

Samosawala et al. sa zamerali na pacientov, ktorí boli prijatí na jednotku intenzívnej starostlivosti (JIS). Cieľom bolo zistiť silu svalov v periférnom svalstve na začiatku pobytu na JIS, a sledovať progresiu svalovej slabosti. V štúdiu je spomínané, že je nedostatok literatúry o vreckovom dynamometri (viz obr. 19) na zistenie zmeny svalovej sily u pacientov na JIS. Preto sa práve rozhodli pre túto štúdiu ⁴⁵.



Obrázok 19: Vreckový dynamometer používaný v tejto štúdii ⁴⁶

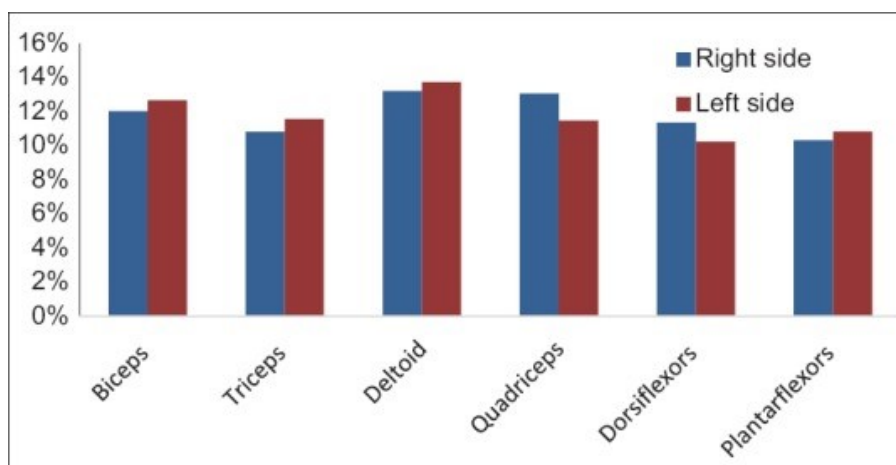
Išlo o observačnú kohortovú štúdiu, ktorá prebiehala od februára 2013 do februára 2014. Vyšetrení boli kritický chorý pacienti, ktorí boli prijatí na JIS minimálne na 3 dni. Meranie ručnej sily prebiehal 3. deň a opakoval sa na 5. a 7. deň. Pacienti boli vybraní podľa RASS (Richmond agitation-sedation scale) skóre, pokiaľ ich skóre bolo v rozmedzí -1 až 1. Hodnoty skóre sú vysvetlené v Tab. 7. Na začiatku sa testovalo 184 pacientov, ale len 64 pacientov dokončilo štúdiu ⁴⁵.

Testovanie bolo prispôsobené na meranie v leže. Meranie sa opakovalo 3 krát a zaznamenal sa najlepší výsledok. Hodnotili sa svaly horných aj dolných končatín ⁴⁵.

Skóre	Stav	Popis
+4	Bojovný	Očividne bojovný, násilný, bezprostredne ohrozuje personál
+3	Výrazne agitovaný	Tahá nebo vytahuje infuze, agresivní
+2	Agitovaný	Časté bezcílné pohyby, zápasí s ventilátorem
+1	Neklidný	Úzkostný, ale pohyby bez známek živé agrese
0	Bdělý ale klidný	
-1	Somnolence	Není plně bdělý, ale reaguje při oslovení (otevření očí/oční kontakt >10 s)
-2	Mírná sedace	Krátké probuzení a oční kontakt na oslovení (<10)
-3	Střední stupeň sedace	Pohyb či otevření očí na oslovení (bez očního kontaktu)
-4	Hluboká sedace	Žádná odpověď na oslovení, pouze pohyb či otevření očí na fyzikální podnět
-5	Neprobuditelný	Žádná odpověď na oslovení ani fyzikální podnět

Tabuľka 7: RASS skóre ⁴⁷

Štúdia preukázala, že zníženie sily periférnych svalov od 3. dňa po 7. deň bolo o 11,8 % počas pobytu na JIS. Typy svalov, ktoré sa merali, a ich detailné percentuálne zníženie sily je uvedené v Grafu 1. Zistilo sa, že dynamometer je citlivý na zníženie svalovej sily u kriticky chorých pacientov. Táto štúdia poukázala na postupné znižovanie sily periférnych svalov merané vreckovým dynamometrom počas skorého pobytu na JIS ⁴⁵.



Graf 1: Percentuálne zníženie svalovej sily od 3. dňa po 7. deň ⁴⁵

7. Záver

V mojej štúdii som skúmala dynamometriu ako prognostický a predikčný marker. Na vyhľadávanie materiálov som využívala databázu PubMed. V nej som podľa kľúčových slov vyhľadala vhodné štúdie, ktoré sa dali použiť do mojej práce.

Počas písania mojej práce som narazila na niekoľko obmedzení. Za prvé som našla veľmi málo zdrojov ohľadne dynamometrie ako takej. Materiály som zháňala vo vedeckej knižnici, na internete a tiež v databázach. Ako ďalší limit uvádzam, že veľa štúdií, ktoré som našla a podľa abstraktu sa mi do mojej práce hodili, som nenašla v plnom texte, takže som ich nemohla použiť.

Naopak ako plus hodnotím to, že väčšina štúdií použitá v mojej práci bola vydaná za posledné roky, takže názor na dynamometriu ako prognostický a predikčný marker je aktuálny. Momentálne je dostatok štúdií u pacientov s cirhózou pečene, s chronickou obštrukčnou chorobou pľúc (CHOCHP) a štúdie, ktoré sa zamerali na starších pacientov. Vo väčšine prípadov sa používal dynamometer Jamar. Myslím si, že výhoda je hlavne v nízkej cene, že je prenosný a ľahko reprodukovateľný. Najčastejšie sa merala sila stisku ruky, ale u pacientov s nádorovým ochorením alebo s CHOCHP sa často merala sila štvorhlavého svalu stehenného pomocou izokinetického dynamometru.

Čo sa týka predpovede mortality, tak u pacientov s cirhózou môžeme predpokladať, že nízka svalová sila súvisí s podvýživou a to následne súvisí s krátkodobou mortalitou, i keď sa nám objavila štúdia, ktorá toto tvrdenie vyvracala. Krátkodobá mortalita sa dala predpovedať aj u pacientov, ktorí boli prijatí do nemocnice s núdzovou onkologickou situáciou. Ďalšie štúdie, ktoré sa zaoberali pacientami s CHOCHP a staršími pacientami so sarkopéniou potvrdili, že vďaka dynamometrii sa dá predikovať dlhodobá úmrtnosť.

Vďaka dynamometrii sa dajú predikovať symptómy (únava pri nádorovom ochorení, funkčná imobilita, podvýživa), predpovedať invaliditu v staršom veku, rekonvalescenciu a dĺžku pobytu v nemocnici.

V dynamometrii vidím veľkú budúcnosť. Výsledky vo väčšine štúdií boli kladné a vedci tak potvrdzovali svoje hypotézy. Hlavne v spojitosti s podvýživou, ktorá vážne zhoršuje stav pacienta a má vplyv na jeho dlhšiu rekonvalescenciu a prognózu. Momentálne sa na zhodnotenie stavu podvýživy používajú dotazníky alebo metódy, ktoré umožňujú zistiť zloženie tela.

Dynamometria môže ukázať nový smer v predikcii podvýživy. Dôležité je, že vo väčšine prípadov sa používal ručný dynamomer, takže nebol problém merania prevádzať na rôznych miestach a nie len v špecializovaných a rehabilitačných zariadeniach.

Každopádne je potreba ešte veľa štúdií, veľa práce a úsilia, aby sa dynamometria dostala na popredné miesta v prognóze a predikcii ochorení a stavu pacienta.

8. Abstrakt

Univerzita Karlova

Farmaceutická fakulta v Hradci Králové

Katedra biologických a lékařských věd

Študent: Zuzana Drobná

Školitel: PharmDr. Miroslav Kovařík, Ph.D.

Názov práce: Dynamometria ako prognostický a predikčný marker

Dynamometria je metóda na merania svalovej sily. Patrí medzi metódy biomechanickej analýzy pohybu. Existujú dva druhy dynamometrie. Izokinetická dynamometria je založená na izokinetickej kontrakcii svalu. Pri tejto kontrakcii svaly menia svoju dĺžku. Na izometrickej kontrakcii svalu je založená izometrická dynamometria. Dĺžka svalu sa pri kontrakcii nemení.

V mojej práci bolo zahrnutých 22 štúdií. Z toho sa 18 zaoberalo dynamometriou, vďaka ktorej sa merala svalová sila. Štúdie boli zamerané na predikciu krátkodobej a dlhodobej mortality, prognózu hospitalizovaných a ťažko chorých pacientov, predikciu symptómov ochorení (nádorové ochorenie, chronické obštrukčné pľúcne ochorenie, ochorenie pečeni). Štúdie som vyhľadávala podľa databázi PubMed.

V 16 štúdiách sa potvrdilo, že dynamometria je sa dá využiť v dnešnej dobe ako spoľahlivá diagnostická, predikčná a prognostická metóda. Dynamometria je charakterizovaná ako jednoduchá, objektívna, neinvazívna, ľahko prevediteľná a reprodukovateľná metóda.

Kľúčové slova: dynamometer, svalová sila, predikčný marker, sila stisku

9. Abstract

Charles University

Faculty of Pharmacy in Hradec Králové

Department of Biological and Medical Sciences

Student: Zuzana Drobná

Supervisor: PharmDr. Miroslav Kovařík, Ph.D.

Title: Dynamometry as a prognostic and prediction marker

Dynamometry is a method for measuring of muscle strength. It is one of the methods of biomechanical motion analysis. There are two types of dynamometry. Isokinetic dynamometry is based on isokinetic muscle contraction. In this contraction, the muscles change their length. Isometric dynamometry is based on isometric muscle contraction. The length of the muscle does not change during the contraction.

In my master thesis, 22 studies were included. Of this, 18 were engaged in a dynamometer, which measured muscle strength. Studies have been focused on prediction of short and long-term mortality, prognosis of hospitalized and severely ill patients, prediction of disease symptoms (cancer, chronic obstructive pulmonary disease, liver disease). I searched for studies according to the PubMed database.

In 16 studies, it was confirmed that dynamometry can be used in the present time as a reliable diagnostic, predictive and prognostic method. Dynamometry is characterized as a simple, objective, non-invasive, easily transposable and reproducible method.

Keywords: dynamometer, muscle strength, prediction marker, handgrip strength

10.Zoznam obrázkov

Obrázok 1: Bunky hladkej svaloviny	7
Obrázok 2: Bunky priečne pruhovanej svaloviny – srdečnej	7
Obrázok 3: Zloženie priečne pruhovaného svalového tkaniva	9
Obrázok 4: Sarkoméry svalového vlákna	9
Obrázok 5: Schéma usporiadania sarkoméry	10
Obrázok 6: Detailný vznik aktinomyozinového komplexu	14
Obrázok 7: Ručný dynamometer Pinch/grip analyser	17
Obrázok 8: Ručný dynamometer Pinch/grip analyser a jeho správne použitie	17
Obrázok 9: Dynamometer, ktorý pracuje na princípe izokinetickej sily	19
Obrázok 10: Ručný dynamometer	20
Obrázok 11: Ručný dynamometer Jamar a jeho správne použitie v sede	25
Obrázok 12: Technika merania medzi dvoma prstami pomocou dynamometru	28
Obrázok 13: Dynamometer na meranie „trunk strength“	29
Obrázok 14: Meranie sily štvorhlavého stehenného svalu pomocou dynamometru BIODEX	31
Obrázok 15: Pružinový dynamometer	31
Obrázok 16: Ručný dynamometer EH 101	34
Obrázok 17: Profil štúdie	34
Obrázok 18: SNAQ skóre	36
Obrázok 19: Vreckový dynamometer.....	38

11.Zoznam skratiek

SKRATKY	ANGLICKÝ NÁZOV	SLOVENSKÝ NÁZOV
ADP		Adenosíndifosfát
ADO	Age, Dyspnoe, Obstruction	
ATP		Adenosíntrifosfát
AUC	Area under the curve	Plocha pod krivkou
BFI	Brief fatigue inventory	
BMI	Body Mass Index	Index telesnej hmoty
BODE	BMI, Obstruction, Dyspnoe, Exercise	
GS	Gait speed	Rýchlosť chôdze
HGS, HS	Handgrip strength	
CHOCHP		Chronická obštrukčná choroba pľúc
INR	International Normalized Ratio	Mezinárodný normalizovaný pomer
JIS		Jednotka intenzívnej starostlivosti
MAC	Mid-Arm Circumference	
MAMC	Mid-Arm Muscle Circumference	
NSCLC	non small cell lung cancer	nemalobunkový karcinóm pľúc
PSI	Pounds per Square	Libry na štvorcový palec
PT	Protrombin time	Protrombínový čas
RAAS	Richmond agitation-sedation scale	
SGA	Subjective Global Assessment	Subjektívne globálne hodnotenie
SNAQ	Short nutritional assessment questionnaire	
TSF	Triceps Skinfold Measurement	

12. Zoznam tabuliek a grafov

12.1. Tabuľky

Tabuľka 1: Prehľad rôznych typov svalových vlákien	12
Tabuľka 2: CTP skóre, podľa ktorého sa určuje závažnosť cirhózy	21
Tabuľka 3: Namerané hodnoty ručnej sily	22
Tabuľka 4: Skóre podľa Childa a Pughu	23
Tabuľka 5: Nutričné rozdelenie podľa Childa a Pughu	24
Tabuľka 6: Namerané hodnoty sily stisku rozdelené podľa pohlavia a podľa krajín s rôznym príjmom	37
Tabuľka 7: RASS skóre	39

12.2. Grafy

Graf 1: Percentuálne zníženie svalovej sily od 3. dňa po 7. deň	39
---	----

13. Zoznam použitej literatúry

1. DOUBKOVÁ A., LINC R. Anatomie pro bakalářský studijní program Fyzioterapie. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-246-1302-6.
2. ELIŠKA O., ELIŠKOVÁ M. Aplikovaná anatomie pro fyzioterapeuty a maséry. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-80-246-1716-9.
3. ČIHÁK R. Anatomie. 2., upr. a dopl. vyd. Ilustroval Milan MED. Praha: Grada, 2001. ISBN 80-7169-970-5.
4. DYLEVSKÝ I. Obecná kineziologie. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1649-7.
5. VALENTA J., VALERIAN D., KONVIČKOVÁ S. Biomechanika kosterního a hladkého svalstva člověka. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1998. ISBN 80-01-01734-6.
6. DYLEVSKÝ I. Pohybový systém a zátěž. Praha: Grada, 1997. ISBN 80-7169-258-1.
7. University of Washington. [Online]. 2017 [Citácia: 02. september 2017]. Dostupné na: <https://courses.washington.edu/conj/bess/muscle/calciumreg.html>.
8. Teachpe.com. [Online]. 2017 [Citácia: 28. august 2017]. Dostupné na: http://www.teachpe.com/anatomy/types_of_muscle_contractions.php.
9. MAFI P., MAFI R., HINDOCHA S., GRIFFIN M., KHAN W. A systematic review of dynamometry and its role in hand trauma assessment. *Open Orthop J.*, 2012;6:95-102
10. BERNACIKOVÁ M., NOVOTNÝ J., SIRIŠKI D. Praktická cvičení z fyziologie člověka pro studenty bakalářských oborů Tělesné výchovy. Brno: Masarykova univerzita, 2014. ISBN 978-80-210-7693.
11. JANURA M. Metody biomechanické analýzy pohybu. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. ISBN 978-80-244-3261-8.
12. KACETL V., NECHVÁTAL J., ŠIŠKA S., VACKOVÁ B. Silové schopnosti. [Online]. [Citácia: 02. september 2017]. Dostupné na: <http://slideplayer.cz/slide/11527623/>.
13. Sofistikovaná biomechanická diagnostika lidského pohybu. [Online]. 2009-2012 [Citácia: 30. august 2017]. Dostupné na: <http://www.biomechanikapohybu.upol.cz/net/index.php/poloka-menu-3/o-metod>.
14. Sofistikovaná biomechanická diagnostika lidského pohybu. [Online]. 2009-2012 [Citácia: 30. august 2017]. Dostupné na: <http://www.biomechanikapohybu.upol.cz/net/index.php/fotogalerie/2-mici-technika/detail/2-technika2?tmpl=component>.

15. GAIKWAD N.R., GUPTA S.J., SAMARTH A.R., SANKALECHA T.H. Handgrip dynamometry: a surrogate marker of malnutrition to predict the prognosis in alcoholic liver disease. *Annals of Gastroenterology : Quarterly Publication of the Hellenic Society of Gastroenterology.*, 2016;29(4):509-514.
16. Anonymus. [Online]. [Citácia: 04. september 2017]. Dostupné na: <http://www.swiss-sale.cz/trailite/258-trailite-rucni-elektronicky-dynamometr-.html>.
17. U.S. Department of Veterans Affairs. [Online]. 2016 [Citácia: 04. september 2017]. Dostupné na: <https://www.hepatitis.va.gov/provider/tools/child-pugh-calculator.asp>.
18. Subjective global assessment. [Online]. 2012 [Citácia: 01. september 2017]. Dostupné na: <http://subjectiveglobalassessment.com>.
19. CIOCÎRLAN M., CAZAN A.R., BARBU M., MĂNUC M., DICULESCU M., CIOCÎRLAN M. Subjective Global Assessment and Handgrip Strength as Predictive Factors in Patients with Liver Cirrhosis. *Gastroenterology Research and Practice*, 2017;5:1-5.
20. Mudr.org. [Online]. [Citácia: 01. september 2017]. Dostupné na: <http://www.mudr.org/web/child-pugh>.
21. FERNANDES S.A., BASSANI L., NUNES F.F., AYDOS M.E., ALVES A.V., MARRONI C.A. Nutritional assessment in patients with cirrhosis. *Arq Gastroenterol.*, 2012;49(1):19-27.
22. MARR K.J., SHAHEEN A-A., LAM L., STAPLETON M., BURAK K., RAMAN M. Nutritional status and the performance of multiple bedside tools for nutrition assessment among patients waiting for liver transplantation: A Canadian experience. *Clinical Nutrition ESPEN.*, 2017;17:68-74.
23. Biometrics Ltd. [Online]. 2015 [Citácia: 06. september 2017]. Dostupné na: <http://www.biometricsltd.com/medical-grippinch.htm>.
24. GEA J., CASADEVALL C., PASCUAL S., OROZCO-LEVI M., BARREIRO E. Clinical management of chronic obstructive pulmonary disease patients with muscle dysfunction., *J Thorac Dis.* 2016;8(11):3379-400.
25. SWALLOW E.B., REYES D., HOPKINSON N.S., MAN W.D., PORCHER R., CETTI E.J., ET AL. Quadriceps strength predicts mortality in patients with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease., *Thorax.*, 2007;62(2):115-20.

26. BUTCHER S.J., PIKALUK B.J., CHURA R.L., WALKNER M.J., FARTHING J.P., MARCINIUK D.D. Associations between isokinetic muscle strength, high-level functional performance, and physiological parameters in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease.*, 2012;7:537-42.
27. PUHAN M.A., SIEBELING L., ZOLLER M., MUGGENSTURM P., TER RIET G. Simple functional performance tests and mortality in COPD. *The European Respiratory Journal.*, 2013;42(4):956-63.
28. AGUIAR L.T., MARTINS J.C., LARA E.M., ALBUQUERQUE J.A., TEIXEIRA-SALMELA L.F., FARIA C.D. Dynamometry for the measurement of grip, pinch, and trunk muscles strength in subjects with subacute stroke: reliability and different number of trials. *Braz J Phys Ther.*, 2016;20(5):395-404.
29. KoreaMed Synapse. [Online]. 2016 [Citácia: 04. september 2017]. Dostupné na: <https://synapse.koreamed.org/ArticleImage/0043JKOA/jkoa-44-219-g003-l.jpg>.
30. Fu Kang Healthcare Supply Pte Ltd. [Online]. 2017 [Citácia: 02. september 2017]. Dostupné na: <http://www.fukanghealthcare.com/osctthumb.php?src=/images/MicroFET2%20Digital%20Manual%20Muscle%20Tester%2002.png&w=588&h=487&f=png&q=95&hash=67f71a8f4c9c62282b6f007a4c8ef8e1?osCsid=true0e18krh05fbjcg2ij7l6s07>.
31. KILGOUR R.D., VIGANO A., TRUTSCHNIGG B., HORNBLY L., LUCAR E., BACON S.L., ET AL. Cancer-related fatigue: the impact of skeletal muscle mass and strength in patients with advanced cancer. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.*, 2010;1(2):177-85.
32. DROUIN J.M., VALOVICH-MCLEOD T.C., SHULTZ S.J., GANSNEDER B.M., PERRIN D.H. Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. *Eur J Appl Physiol.*, 2004;91(1):22-9.
33. University of Nebraska Omaha. [Online]. 2017 [Citácia: 05. september 2017]. Dostupné na: <https://www.unomaha.edu/college-of-education/biomechanics-core-facility/facilities/balance-and-strength-laboratory.php>.
34. Anonymus. [Online]. [Citácia: 05. september 2017]. Dostupné na: <https://www.feiretail.com/evaluation/strength/baseline-smedley-spring-dynamometers/>.

35. TRUTSCHNIGG B., KILGOUR R.D., REINGLAS J., ROSENTHALL L., HORNBY L., MORAIS J.A., ET AL. Precision and reliability of strength (Jamar vs. Biodex handgrip) and body composition (dual-energy X-ray absorptiometry vs. bioimpedance analysis) measurements in advanced cancer patients. *Appl Physiol Nutr Metab.*, 2008;33(6):1232-9.
36. BOSSCHER M.R., BASTIAANNET E., VAN LEEUWEN B.L., HOEKSTRA H.J. Factors Associated with Short-Term Mortality After Surgical Oncologic Emergencies. *Ann Surg Oncol.*, 2016;23(6):1803-14.
37. YANG M., HU X., WANG H., ZHANG L., HAO Q., DONG B. Sarcopenia predicts readmission and mortality in elderly patients in acute care wards: a prospective study. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle.*, 2017;8(2):251-8.
38. CRUZ-JENTOFT A.J., LANDI F, SCHNEIDER S.M., ZÚÑIGA C., ARAI H., BOIRIE Y., ET AL. Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS). *Age and Ageing.*, 2014;43(6):748-59.
39. Anonymus. [Online]. [Citácia: 06. september 2017]. Dostupné na: <https://www.amazon.com/Deyard-EH101-Electronic-Dynamometer-Strengthener/dp/B00CTOZGO0>.
40. RANTANEN T., GURALNIK J.M., FOLEY D., MASAKI K., LEVEILLE S., CURB J.D., ET AL. Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. *JAMA.*, 1999;281(6):558-60.
41. KERR A., SYDDALL H.E., COOPER C., TURNER G.F., BRIGGS R.S., SAYER A.A. Does admission grip strength predict length of stay in hospitalised older patients?. *Age and Ageing.*, 2006;35(1):82-4.
42. PIERIK V.D., MESKERS C.G.M., VAN ANCUM J.M., NUMANS S.T., VERLAAN S., SCHEERMAN K., ET AL. High risk of malnutrition is associated with low muscle mass in older hospitalized patients - a prospective cohort study. *BMC Geriatrics.*, 2017;17:118.
43. NEELEMAAT F., KRUIZENGA H., DE VET H., SEIDELL J., BUTTERMAN M., DE VAN DER SCHUEREN M.A.E. Screening malnutrition in hospital outpatients. Can the SNAQ malnutrition screening tool also be applied to this population?. 2008;439-46.
44. LEONG D.P., TEO K.K., RANGARAJAN S., LOPEZ-JARAMILLO P., AVEZUM A., ORLANDINI A., ET AL. Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *The Lancet.*, 2015;386(9990):266-73.

45. SAMOSAWALA N.R., VAISHALI K., KALYANA B.C. Measurement of muscle strength with handheld dynamometer in Intensive Care Unit. *Indian J Crit Care Med.*, 2016;20(1):21-6.
46. Hoggan Health Industries. [Online]. 2009 [Citácia: 03. september 2017]. Dostupné na: <http://64.122.165.221/microfet-healthcare-old.php?product=microFET2>.
47. Mudr.org. [Online]. [Citácia: 03. september 2017]. Dostupné na: <http://www.mudr.org/web/rass>.